

《环境化学》期末复习

来自 Xzonn 的小站

更新于 2021-01-11 11:56 · 渲染于 2021-01-11 12:29



目录

说明	1	什么是分配吸附，其中有哪几种机制。	10
往年题部分	1	二噁英的产生机制，如何防止垃圾焚烧产生二噁英。	11
1. 名词解释	1	固体废弃物的定义、分类，城市垃圾的处置方法。	11
2. 计算题	3	CO、CH ₃ CHO、NO _x 对流层臭氧的生成机制，CO、CH ₃ CHO 的作用。	12
“一个关于氨的简单计算”。	3	土壤的形成过程。	13
“Langmuir 方程”。	4	氮的微生物转化。	14
3. 简答题	4	放射防护的手段有哪些。	14
室内空气污染源有哪些，有什么针对性手段。	4	水体中腐殖质为何对重金属离子有吸附作用。	15
土壤自净能力的表现。	5	平流层卤代烃的主要类型，以 CFC-11 为例说明卤代烃在平流层的反应机制和环境影响。	15
什么是三模态理论，其实际作用是什么。	5	什么是表面活性剂，有哪些类型。	15
平流层臭氧层空洞的形成原因、化学机理。	6	参考文献	16
氧化型烟雾和还原型烟雾的特点，我国北方地区冬春季典型灰霾的形成原因。	8	后记	16
水体富营养化的原因，对人为源的处理。	9		

说明

本资料参考了 2008 年以来的 7 份往年题回忆，对常考点进行了总结，并对往年题未涉及的其他内容进行了补充。

往年题部分

1. 名词解释

(1) 环境化学

8 / 测^①

环境化学是环境科学的一个分支学科，也是化学领域的一个发展中的学科。主要是运用化学的理论和方法，鉴定和测量化学污染物在大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中的含量，研究它们在环境中存在形态及其迁移、转化和归宿的规律。

环境化学是在基础化学（无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等）和化学工程学的基础上形成的。

环境化学的研究方法包括：现场实测、实验室研究、模式模拟等。

(2) 反渗透

7 / 讨（水，18）

反渗透又称逆渗透，是利用反渗透膜选择性地只能透过溶剂（通常是水）的性质，对溶液施加压力，克服溶剂的渗透压，使溶剂通过反渗透膜而从溶液中分离出来的过程。在咸水一侧加压 p ，使 $p > \pi$ ，从而 $u > u_0$ ，实现反渗透。

^①笔者注：数字表示该内容在 7 份往年题中出现的次数，“测”表示该内容在本学期小测验中出现过，“讨”表示该内容在本学期讨论题中出现过。下同。

反渗透可用于从水溶液中将水分离出来，海水和苦咸水的淡化是其最主要的应用，现在向其它应用领域扩展。

(3) 源、汇

6

源：大气组分产生的途径和过程。

汇：大气组分从大气中去除的途径和过程。

(4) 自由基

5 / 测 / 讨 (气, 7)

基团或原子电子壳层的外层有一个不成对的电子，倾向于得到第二个电子形成稳定结构，有很强的亲电性，能起强氧化剂的作用。

(5) 建筑物综合征、建筑物关联症

4 / 讨 (气, 29)

建筑物综合征：亦称病态建筑物综合征 (SBS)，是发生在建筑物中的一种对人体健康的急性影响，是由建筑物的运行和维持期间与它的最初设计或规定的运行程序不协调所引起。建筑物内由于空气污染、空气交换率很低，以致在该建筑物内活动的人群产生了一系列自觉症状，如：眼、鼻、咽喉部位有刺激感，头痛、头晕、恶心，易疲劳，呼吸困难，皮肤及粘膜干燥，红斑，皮肤刺激，嗜睡，哮喘等非特异性症状，而离开该建筑物后，症状可消退。

建筑物关联症 (BRI)：与 SBS 相比有明显不同之处，一是患者诉说的症状在临床上可以明确诊断出来，临床症状主要表现为发热、过敏性肺炎、哮喘以及传染性疾病；二是病因可以鉴别确认，可以直接找到致病的空气污染物，乃至污染源；三是患者即使离开发病现场，症状也不会很快消失，必须进行治疗才能恢复健康。

(6) 硝化、反硝化

4 / 讨 (土, 30)

硝化作用：氨在在有氧条件下通过微生物的作用氧化成硝酸盐的过程。

反硝化作用：硝酸盐在通气不好的情况下，通过反硝化细菌的作用而还原的过程。

(7) 毒物效应、毒物反应

4

效应：毒物剂量（浓度）引起个体生物学的变化，如脑电、心电、血相、免疫功能、酶活性等的变化。

反应：引起群体的变化，如肿瘤或其他损害的发生率、死亡率等变化。

(8) COD_{Cr}、BOD₅

4 / 讨 (水, 7)

COD_{Cr}：使用强化学氧化剂 K₂Cr₂O₇ 等氧化有机物。反映水体有机污染物指标。

BOD₅：借助生物作用进行的，经 5 天作用时间所测定值记作 BOD₅。模仿水体中自净现象发生的条件，反映出有机污染物的浓度水平，能了解生物降解的动力学过程和该过程所能达到的程度。

(9) 表面活性剂

3

表面活性剂是一种能大大降低溶剂（通常为水）表面张力（或液-液界面张力），改变体系的表面状态从而产生润湿和反润湿、乳化和破乳、分散和凝聚、起泡和消泡以及增溶等一系列作用的化学物质。表面活性剂所具有的这些特殊作用，称为表面活性。

表面活性剂是既具有亲水性质又具有亲油性质的两亲性分子，在溶液的表面能定向排列，加入少量能使其溶液体系的界面状态发生明显变化。亲水基团常为极性基团，如羧酸、磺酸、硫酸、氨基或胺基及其盐，羟基、酰胺基、醚键等也可作为极性亲水基团；而疏水基团常为非极性烃链，如 8 个碳原子以上烃链。

表面活性剂分为离子型表面活性剂（包括阳离子表面活性剂与阴离子表面活性剂）、非离子型表面活性剂、两性表面活性剂、复配表面活性剂、其他表面活性剂等。

(10) 雨除、冲刷

3 / 讨 (气, 8)

雨除：被去除物质参与了成云过程，即颗粒物作为云滴的凝结核，使水蒸气在其上凝结，气体溶解在云滴中。

冲刷：在云层下部即降雨过程中的去除，即被去除物质在雨滴降落通道上被捕集。

(11) 生物圈、生态系统

2

生物圈：指地球上所有生命活动的领域及其居住环境的整体。

生态系统：任何生物群落与周围非生物环境（水、大气、土壤等）组成的综合体。

(12) pH 制约电荷

2

土壤胶粒表面通常带有电荷，且按电荷发生缘由可分为两类：一类是永久性电荷，发生在铝硅酸盐表面，由同晶离子置换引起。另一类是 pH 制约性电荷，发生在腐殖质或细菌体表面，即当介质 pH 值小于其等电点时，它们的表面带正电，否则带负电。

(13) 温室效应、温室气体

2 / 讨 (气, 5, 6)

温室效应：由于大气逆辐射的存在，使地面实际损失的热量比地面以长波辐射放出的热量少一些，大气的这种保温作用称为大气的温室效应。

温室气体：产生这种保温作用的气体称为温室气体，以 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等为最主要代表。

(14) 生物富集、生物放大

2

生物富集：又称为生物浓缩，指生物个体或处于同一营养级的许多生物种群，从周围环境中吸收并积累某种元素或难分解的化合物，导致生物体内该物质的平衡浓度超过环境中浓度的现象。

生物放大：一种污染物的浓度在同一食物链上往往随着营养级提高而逐步增大，甚至可提高数百倍至数万倍，从而对人体构成危害。

(15) 硫化、反硫化

1 / 测

硫化：硫化氢、单质硫在微生物作用下氧化，最后生成硫酸的过程称为硫化作用。在硫化作用中以硫杆菌和硫磺菌为最重要。

反硫化：厌氧条件下微生物将硫酸盐还原为 H_2S 的过程。

(16) 土壤质地

1 / 测 / 讨 (土, 3)

组成土壤的各种大小颗粒按直径可分为粗砂 (2.0 ~ 0.2 mm)、细砂 (0.2 ~ 0.02 mm)、粉砂 (0.02 ~ 0.002 mm)、粘粒 (< 0.002 mm)。这些不同大小颗粒组合的百分比，称为土壤质地。

土壤质地在一定程度上反映了土壤矿物组成和化学组成，同时土壤颗粒大小和土壤的物理性质密切相关，并且影响土壤孔隙状况，对土壤水分、空气、热量的运动和养分转化均有很大的影响。

根据土壤质地，土壤可分为砂土、壤土和粘土三大类。

(17) 干沉降

1 / 讨 (气, 8)

干沉降：大气中的气态污染物和大气颗粒物等随空气的对流、扩散作用，被地球表面的土壤、水体和植被等吸附去除的过程，包括重力沉降和地表捕获。

重力沉降：仅对直径大于 $10\ \mu\text{m}$ 的颗粒物是有效的。过小的粒子降落速度相对于大气垂直运动来说不重要，与地表碰撞是在近地面处较为有效的去除过程。

地表捕获：物质与植物、建筑物或地面（土壤）碰撞而被捕获（被表面吸附或吸收）的过程，机制尚不十分清楚，与许多因素如气象条件、地表的物理、化学性质以及污染物本身的性质等有关。

2. 计算题

(1) “一个关于氨的简单计算”。

5 / 讨 (水, 2)

平衡浓度公式：

$$[\text{NH}_3] = c_T \frac{K_a}{K_a + [\text{H}^+]},$$

代入求解即可。

(2) “Langmuir 方程”。

3

Langmuir 方程式单分子层吸附方程，公式：

$$q = \frac{kq_m\rho}{1 + k\rho},$$

其中： q 为吸附量， ρ 为平衡浓度， q_m 为理论上的最大吸附量， k 为常数。

课件给出的公式为：

$$G = \frac{G^0 c}{A + c},$$

其中： G 为吸附量， c 为平衡浓度， A 为吸附量为 $G/2$ 时的浓度， G^0 为理论上的最大吸附量。

3. 简答题

(1) 室内空气污染源有哪些，有什么针对性手段。

7 / 讨 (气, 29)

污染源

按性质分：

- 化学源：主要来自装修、家具、玩具、煤气热水器、杀虫喷雾剂、化妆品、抽烟、厨房油烟等。污染物：主要是挥发性的有机物，如甲苯、二甲苯、乙酸乙酯、甲苯二异氰酸酯、甲醛等；无机物包括氨、一氧化碳、二氧化碳等。
- 物理源：主要来自室外及室内的电器设备。污染物：主要是噪声、电磁辐射、光污染等。
- 生物源：主要来自使用地毯不当、毛绒玩具、被褥等。污染物：主要有螨虫及其它细菌等。

按污染物分：^[1]

- 甲醛：来源及其广泛，污染浓度也较高。室内主要来自燃料和烟草的不完全燃烧、建筑装饰材料中粘合剂、涂料、化纤地毯、塑料和隔热材料的使用，另外还可来自化妆品、清洁剂、杀虫剂、消毒剂、防腐剂、印刷油墨、纸张、纺织纤维等化工、轻工产品。
- 苯及苯系物：主要来自室内各种建筑装饰材料、日常用品以及通过人群活动由室外带入。
- 氨气：主要来自建筑混凝土里添加的高碱混凝土膨胀剂和含尿素的混凝土防冻剂等外加剂，这些含有大量氨类物质的外加剂在墙体中随着湿度、温度等环境因素的变化而还原成氨气从墙体中缓慢释放出来。同时室内空气中的氨也可来自室内装饰材料，比如家具涂饰时使用添加剂和增白剂大部分都用氨水。
- 氡及其子体：主要来自地球地层深处和建筑材料。氡原子在空气中衰变产物称为氡离子体。
- 二氧化碳：主要来自人群呼吸、吸烟、燃料燃烧和生物发酵等。
- 挥发性有机物：主要来自建筑装饰材料和生活及办公用品、家用燃料和烟草不完全燃烧、人体排泄物、室外的工业废气、汽车尾气、光化学烟雾等。
- 苯并[a]芘：主要来自含碳燃料及有机物热解过程中的产物。进入空气后，多被吸附在烟、尘等固体微粒上。

- 微生物：主要来自人们的户外携带、病人、食物腐败、下水道等卫生死角等。
- 放射性：主要来自天然石材等建筑装饰材料。

针对性手段

从污染源着眼：消除污染源（改变产品配方、改变能源种类），改变污染源（污染源去除或变性、调节室内气候），消灭污染源。

从建筑物着眼：改进室内通风，新建筑物使用低污染建筑材料、执行新建筑规范，现有建筑物维护和管理、调查和诊断、消除污染。

从净化技术着眼：消除颗粒物（使用颗粒物过滤器），消除气态污染物（活性炭吸附、带高锰酸钾涂层的活性三氧化铝吸收、催化氧化），微生物污染去除技术。有些空气净化产品使用不当时本身就是污染源。

从政策着眼：采取强制性措施，修订室内环境质量标准、通风标准、产品的污染物释放标准，禁售、禁用某些产品，强制性公开产品化学成分。采取非强制性措施，发布室内环境质量和通风指南，采用自愿的产品标识，鼓励用户选择低污染产品，对新产品、新技术进行认证，加强群众教育。

(2) 土壤自净能力的表现。

7

通过在土壤环境中发生物理、物理化学、化学和生物化学等一系列反应过程，促使污染物质逐渐分解或消失，此即土壤自净能力。

土壤对外来污染物有一定的自净能力，因为土壤具有极大比表面和催化活性，兼以土壤中所含水、空气、微生物等都能使污染物降解，从而将这些污染物的降解产物纳入天然循环轨道。

土壤的自净能力决定于土壤的物质组成和土壤环境其他特性，也和污染物的种类和性质有关。

不同土壤的自净能力不同，同一土壤对不同污染物质的自净能力也是不同的，同时土壤的自净速度是比较缓慢的。

具体地说，土壤的自净能力主要来自于：

- 土壤颗粒物层对污染物有过滤、吸附等作用。
- 土壤微生物有强大生物降解的能力。
- 土壤本身对酸碱度改变具有相当缓冲能力。
- 大量的土壤胶体表面能降低反应的活化能，成为很多污染物转化反应的良好催化剂。
- 土壤空气中的氧可作为氧化剂。
- 土壤水分可作为溶剂。

(3) 什么是三模态理论，其实际作用是什么。

6 / 讨 (气, 10)

定义

根据颗粒物的来源、化学特征、去除过程与粒径的关系进一步确立了颗粒物的多模结构，提出颗粒物的三模态模型。按照这种模型，颗粒物可以表示为三种模结构：

- 粒径小于 $0.05\ \mu\text{m}$ 的颗粒物称为爱根核模。
 - 主要来源于燃烧过程产生的一次颗粒物和通过化学反应均相成核转换成的二次颗粒物，又称为成核型。
 - 多在燃烧源附近新产生的一次颗粒物和二次颗粒物的面积分布或体积分布图中发现。
 - 粒径小、数量多、表面积（或体积）总量大，随着时间的推移，易由小颗粒物的相互碰撞合并成为大颗粒物，当其进入积聚模时称为“老化”。在老化了的颗粒物颗粒物中就不易找到核模颗粒物了。

- 0.05 ~ 2 μm 颗粒物称为积聚模。
 - 主要来源于爱根核模的凝聚，燃烧过程产生的蒸气冷凝、凝聚，以及由大气化学反应所产生的各种气体分子转化成的二次颗粒物等。
 - 硫酸盐颗粒物在积聚模中的量占总硫酸盐量的 95%，铵盐在积聚模中的量占总铵盐量的 96.5%。进一步说明了积聚模的来源是大气中二次反应。
 - 积聚模颗粒物不易被干、湿沉降去除，主要是扩散去除。
- 粒径大于 2 μm 的颗粒物称为粗粒子模。
 - 主要来源于机械过程所造成的扬尘、海盐溅沫、火山灰和风沙等一次颗粒物。
 - 化学成分与地表土的化学成分近似，各地区的平均值变化不大。主要靠干沉降和雨水冲刷去除。

爱根核模和积聚模合起来称为细颗粒物，主要靠冷凝和凝聚作用形成；粗颗粒物多数由表面解离和风化作用形成。粗、细颗粒物间存在一些根本的差别，而且粗、细颗粒物在化学组成上不同，来源也不同，分别产生、传输和去除。

作用

为研究大气过程，即大气颗粒物来源（产生）、传输和转化、去除过程的机理提供了思路：

- 不同模态颗粒物来源不同，对于颗粒物的源解析有帮助。
- 不同时间不同地点颗粒物模态分布不同，有助于总结一些典型条件下（如某些源排放——机动车尾气、生物质燃烧等；某些典型地区——背景点、乡村点、城市点、海洋点等；某些典型天气过程——清洁天、桑拿天、沙尘天等）颗粒物模态分布，形成这套理论的基础知识储备，也为预测一些情况下颗粒物模态分布提供了可能性。
- 基于颗粒物区域性，不同模态颗粒物在一次传输和二次转化上有所不同，为研究传输和转化机制提供了可表征的参数（如细粒子多为二次转化，粗粒子多为一次传输）。
- 可研究不同模态颗粒物在降水前后、不同的温湿度等条件下的去除和累积情况，有助于制定减轻颗粒物污染的措施。

为研究大气颗粒物的健康效应提供了思路：

- 不同模态颗粒物来源不同，故化学成分和性质上也有差异，粗粒子多为机械过程和自然过程排放，且粒径大，对健康影响小，研究健康效应时应将重点放在细颗粒物甚至超细颗粒物上。

为研究大气颗粒物的气候效应提供了思路：

- 可研究作为云凝结核的颗粒物的模态分布特点。
- 不同粒径分布（不同模态）颗粒物对光的散射吸收有何特点。

(4) 平流层臭氧层空洞的形成原因、化学机理。

5 / 讨 (气, 11、12)

形成原因

天然原因：

- 与太阳活动周期有关的自然现象，如太阳风、巨量太阳粒子反常活动、太阳风暴等。强烈的太阳风暴携带高能电子和质子进入地球高空大气层，促进了那里氧化氮的产量。北极同温层旋涡中强大的风力（2004 年的风力尤其强），将氮更多地送入大气层，在大约 40 km 的高度，混合形成氧化氮，破坏了臭氧层。
- 当地大气动力学原因：认为低平流层的纬向平均输送有热带上行和两极下行的循环方式，上行的将对流层上层 O_3 混合比较低的空气带到平流层而使低平流层的 O_3 含量降低；下行处则将高 O_3 混合比的空气

向下输送。

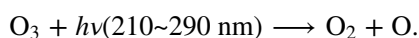
- 火山活动：硫酸盐损耗臭氧层。
- 海洋生物产生的 CH_3Cl 是平流层 ClO_x 的天然来源，吸收紫外线光解放出氯原子，促使臭氧损耗。此来源产生的原子氯很少。

人为原因：

- 人工合成含氟氯烃类化合物的使用，如制冷剂、发泡剂、喷雾剂、灭火剂等，这是向平流层提供原子氯的重要污染源。
- 人工合成氮肥及化石燃料产生 N_2O 。
- 超音速飞机、核爆炸、航空器发射排放大量氮氧化物。

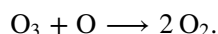
化学机理

臭氧的消耗过程，其一为光解，主要是吸收波长为 210 ~ 290 nm 的紫外光的光解：



长波长的光也可使 O_3 光解，但其量子产额很低。这些过程就是臭氧层吸收了来自太阳的大部分紫外光，从而使地面生物不受其伤害的原因。

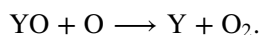
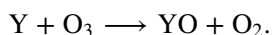
另一个消耗过程为：



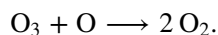
这是生成 O_3 的逆反应。

上述生成和损耗过程同时存在，正常情况下它们处于动态平衡，因而臭氧的浓度保持稳定。然而，由于 H_2O 、 NO_x 、氟氯烃等污染物进入平流层，加速臭氧损耗过程，破坏臭氧层的稳定状态。

臭氧层破坏的催化反应过程：可催化 O_3 分解的物种有 NO_x 、 HO_x 、 ClO_x ，这些直接参加破坏 O_3 的物种称为活性物种或催化活性物种。反应机理为：

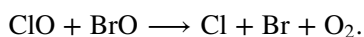
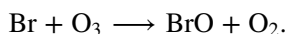
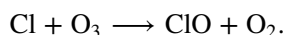


总反应为：

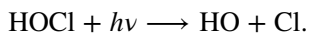
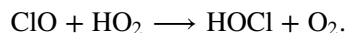
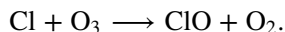
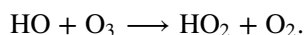


其中， $\text{Y} = \text{NO}$ 、 HO 、 Cl 等。

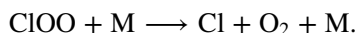
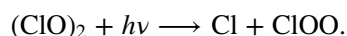
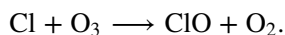
McElrog 等提出氯和溴的协同作用机理：



Solomon 等提出 OH 和 HO_2 自由基的氯链反应机理：



Molina 等和 Rodriguez 提出 ClO 二聚体链反应机理:



(5) 氧化型烟雾和还原型烟雾的特点，我国北方地区冬春季节典型灰霾的形成原因。

4 / 讨 (气, 8、26、27)

氧化型烟雾

形成过程中光化学反应起主导作用，又称光化学烟雾。典型案例是洛杉矶烟雾。

形成条件：大气中有氮氧化物和碳氢化合物的存在，大气温度较低，而且有强的阳光照射。

含有氮氧化物和碳氢化合物等一次污染物的大气，在阳光照射下发生光化学反应而产生二次污染物，包括 O_3 、PAN、高活性自由基 (RO_2 、 HO_2 、 RCO 等)、醛类、酮类和有机酸等。一次污染物和二次污染物的混合物即为氧化性烟雾。主要污染源为：燃油汽车、锅炉和石油化工企业排气。

烟雾呈蓝色，具有强氧化性，能使橡胶开裂，刺激人的眼睛，伤害植物的叶子，并使大气能见度降低。污染区域往往在污染源的下风向几十到几百公里处。

日变化曲线：白天生成，傍晚消失，污染高峰出现在中午或稍后。烃和 NO 的最大值发生在早晨交通繁忙时刻，这时 NO_2 浓度很低。随着太阳辐射的增强， NO_2 、 O_3 的浓度迅速增大，中午时已达到较高浓度。早晨由汽车排放出来的尾气是产生这些光化学反应的直接原因。傍晚交通繁忙时刻，虽然仍有较多汽车尾气排放，但由于日光已较弱，不足以引起光化学反应，因而不能产生光化学烟雾现象。

还原型烟雾

是由于燃煤排放出的 SO_2 、 CO 和颗粒物（其中含有碳粒）以及由于 SO_2 氧化生成的硫酸盐颗粒物所造成的大气污染现象。典型案例是伦敦烟雾。

形成条件：多发生在冬季，气温较低、湿度较高和日光较弱的气象条件下。

高空中的云阻挡来自太阳的光，地面温度迅速降低，相对湿度高，形成雾。上空形成逆温层，家庭的烟囱和工厂所排放的烟积聚在底层大气中，难以扩散。

烟雾呈黄色，具有还原性，对人体上呼吸道具有刺激性作用。

微粒上吸附的 NH_3 、 SO_2 、 H_2O 、 O_2 等气体会反应生成以硫酸铵为主的硫酸盐，如果遇到大气中有机化合物，硫酸与有机化合物作用，可形成有机硫微粒。

表 1 洛杉矶烟雾与伦敦烟雾的比较

项目	还原型烟雾 (伦敦烟雾)	氧化型烟雾 (洛杉矶烟雾)
污染源	工厂、家庭取暖、燃烧煤炭时的排放	汽车排气为主
污染物	SO ₂ 、CO、颗粒物和硫酸雾、硫酸盐类气溶胶	HC、NO _x 、O ₃ 、PAN、醛、酮
发生地区	湿度较大热带、亚热带地区	光照强烈的温带、亚热带地区
使用原料	煤、石油燃料	汽油、煤气、石油
反应类型	热反应	光化学反应、热反应
化学作用	催化作用	光化学氧化作用
温度	-1 ~ 4 °C	24 ~ 32 °C
湿度	85%以上	70%以下
天气状况	逆温类型	辐射性逆温
风速	静风	22 m/s 以下
一天中发生时间	早晨	中午或午后阳光最强时
发生季节	12 ~ 1 月 (冬季)	8 ~ 9 月 (早秋)
烟雾最大视距	0.8 ~ 1.6 km 以内	< 100 m
对人体的影响	对呼吸道有刺激, 严重时导致死亡	对眼和呼吸道有刺激, 臭氧化作用强

冬春季灰霾形成原因

研究表明, 较高的悬浮颗粒物浓度是出现灰霾现象的基础; 除交通污染外, 冬季采暖需求是污染排放的重要来源; 因近地层风对于灰霾有重要扩散作用, 水平方向的静风现象也是产生灰霾的重要气象条件。

华北大部地区冬季平均风速明显下降, 影响大气污染物稀释扩散, 容易积累高浓度污染, 有助于抬升灰霾发生的频率和强度。

研究显示, 大量一次排放的有机颗粒出现在霾中。这是由于冬季出现的轻及中度霾期间湿度较低而不易出现非均相反应且整个大气光化学能力又较弱, 此时大气中一次排放的颗粒物占比较大。有机颗粒物约 70%来自于家用燃煤的直接排放。虽然华北地区大气中重工业排放是引起区域霾的重要原因之一, 然而该研究显示散煤燃烧直接排放出大量一次颗粒物也是形成轻及中度霾的重要因素之一。

(6) 水体富营养化的原因, 对人为源的处理。

4

概述

富营养化是指生物所需的氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体, 引起藻类及其它浮游生物迅速繁殖, 水体溶解氧量下降, 水质恶化, 鱼类及其它生物大量死亡的现象。

水体富营养化的第一步是地表径流或污水中营养物的输入; 然后这种水体富营养物通过光合作用产生大量的植物生命体以及少量动物生命体; 死亡的生命体在湖底累积并部分分解, 营养物 C、P、N、K 等再重新循环; 如果湖不太深的话, 底部根系植物开始生长, 加速了固体物质在湖底部的累积, 终于形成沼泽, 最后变为草地和森林。

在受影响的湖泊、缓流河段或某些水域增加营养物, 由于光合作用使藻类的个数迅速增加, 种类逐渐减少, 水体中原来以硅藻和蓝绿藻为主, 红色藻类的出现是富营养化的征兆, 随着富营养化的发展, 最后变成以蓝绿藻为主的爆发性繁殖, 将产生水华、藻团、缺氧、高等水生植物生长过快等症状。

原因

现在多数意见认为氮、磷等营养物质浓度升高是藻类大量繁殖的原因。影响浮游植物生长的限制性营养元素一般为氮、磷，但许多浮游植物在氮供给不足时能自身固氮，因此磷的过量输入是富营养化的主要成因。^[2]

造成水体污染的外源途径大致可分为点源和非点源两种途径。点源是指污染物通过排放口直接或经由渠道排入水体的污染，它的量可以由直接监测确定，污染物主要是含有氮、磷及有机物的城市工业和生活污水。非点源污染又称为面源污染，主要指降雨过程把地表和大气中溶解的或固体的污染物带入水体所产生的污染，其发生地点和时间不固定，但具有区域性。内源污染主要指水体底层质淤泥中的营养盐重新释放到水体的过程，厌氧条件会加快其释放。

处理

防治的目的在于有效的阻断或削减污染源，减少过量氮、磷营养元素对水体的输入，以抑制其初级生产力，消除产生富营养化的污染源。

点源污染的防治：点源的治理要防治结合，以防为主。防的重点是推行可持续的生产和消费模式，促进废物的减量化、无害化、资源化处理，以减少人类活动对环境的危害。治的重点是在城市的集水区域推行“洗衣粉”禁磷措施，对工业和生活污水进行截流处理和循环利用。

面源污染的防治：面源污染的治理，必须和流域生态治理相结合，长期植树种草，逐步恢复植被，以减缓土壤侵蚀，同时在农业生产中要进一步推广科学施肥技术，提高肥料的利用率，减少肥料淋溶对地下水的污染。

内源污染的治理：内陆河道、水库及湖泊底泥中的有机物和营养盐的溶出是构成内源污染的主要原因。水体中的磷与氮相比在水体几乎不与空气交换，而主要是与淤泥交换，在厌氧条件时溶出速度加快，加重了水体富营养化程度，因此是主要的污染因子。底泥的彻底治理需要进行工程疏浚清淤。但是工程措施投资巨大，在无条件进行时，可以向水中散抛粘土矿物，如硫酸铝（明矾），利用其对磷等营养盐的吸附作用，纯化底层营养盐的溶出速率，起到减缓水体富营养化的作用。

(7) 什么是分配吸附，其中有哪几种机制。

3 / 测 / 讨 (水, 25)

分配吸附

颗粒物（沉积物或土壤）从水中吸着有机物的量与颗粒物中有机质含量密切相关。非离子性有机污染物在固液两相中的迁移行为称为分配吸附。

在土壤-水体系中，土壤对非离子性有机化合物的吸着主要是溶质的分配过程（溶解），即非离子性有机化合物可通过溶解作用分配到土壤有机质中，并经一定时间达到分配平衡，此时有机化合物在土壤有机质和水中含量的比值称分配系数。

主要机理

分配作用：在水溶液中，土壤有机质（包括水生生物脂肪以及植物有机质等）对有机化合物的溶解作用。

- 类似化学中的相似相溶。
- 在溶质的整个溶解范围内，吸附等温线都是线性的，与表面吸附位无关，只与有机化合物的溶解度相关。
- 附着物和吸着质之间无强烈相互作用，放出的吸附热少。

吸附作用：即非极性有机溶剂中，土壤矿物质对有机化合物的表面吸附作用。

- 作用力是各种化学键力如氢键、离子偶极键、配位键及 π 键作用的结果。
- 吸附等温线是非线性，并存在着竞争吸附。
- 在吸附过程中往往要放出大量热，来补偿反应中熵的损失。

(8) 二噁英的产生机制，如何防止垃圾焚烧产生二噁英。

3 / 讨 (土, 25)

产生机制

大气环境中的二噁英来源复杂，包括钢铁冶炼、有色金属冶炼、汽车尾气、焚烧生产（医药废水焚烧、化工厂的废物焚烧、生活垃圾焚烧、燃煤电厂等）等。

含铅汽油、煤、防腐处理过的木材以及石油产品、各种废弃物特别是医疗废弃物在燃烧温度低于 300 ~ 400 °C 时容易产生二噁英。

聚氯乙烯塑料、纸张、氯气以及某些农药的生产环节、钢铁冶炼、催化剂高温氯气活化等过程都可向环境中释放二噁英。

二噁英还作为杂质存在于一些农药产品如五氯酚、2,4,5-T 等中。

电视机不及时清理，电视机内堆积起来的灰尘中，通常也会检测出溴化二噁英。

形成机理包括：

- 在对氯乙烯等含氯塑料的焚烧过程中，焚烧温度低于 800 °C，含氯垃圾不完全燃烧，极易生成二噁英。燃烧后形成氯苯，后者成为二噁英合成的前体。
- 其他含氯、含碳物质如纸张、木制品、食物残渣等经过 Cu、Co 等金属离子的催化不经氯苯生成二噁英。
- 在制造包括农药在内的化学物质，尤其是氯系化学物质，如杀虫剂、除草剂、木材防腐剂、落叶剂、多氯联苯等产品的过程中派生。

可以概括为：存在有机或无机氯，存在氧，存在过渡金属阳离子作为催化剂。

防治方法

总体来说，需要提高垃圾焚烧过程中的燃烧温度和停留时间。

吸附法：采用活性炭吸附法或聚酰亚胺纤维过滤器吸附法去除二噁英类物质。即把二噁英类物质的排放气通过填充了活性炭或聚酰亚胺纤维的吸附塔。该法不仅具有去除二噁英类物质的作用，而且还能去除其他有害物质。采用此法处理二噁英类物质，处理温度低，吸附去除效果好，为防止发生低温腐蚀，一般控制其处理温度为 130 ~ 180 °C。随着处理时间的延长，要定期更换吸附材料，并对用过的吸附材料进行处理。

光降解法：先用溶剂萃取污泥中的二噁英，置于灯光下照射，即可使萃取液中二噁英含量从 34 μg/g 降至 0.2 μg/g 甚至 0.1 μg/g 以下。另有报道，利用二氧化钛加紫外光催化分解二噁英，设备体积小、简单，运转时无须将烟道气冷却，运行费用比常规系统低得多。

两级焚烧法：废料先在较低温度下脱氯，熔融废料再进一步在 1200 °C 高温热分解。第一级产生的气体脱氯化氢后可以进入第二级燃料器助燃。含有二噁英的土壤和废料也可以一起送入燃烧室与废弃物一起焚烧，废气或残渣中的有害成分均低于排放标准，二噁英的去除率可达 99.9999%，在无氧状态和 250 °C 下燃烧也不会生成二噁英。对废塑料先进行加氢也不会产生二噁英。

高效电子反应法：使用电子束使废气中的空气和水生成活性氧等易反应物质，进而破坏二噁英的化学结构。碳电极在高温下（2200 °C）促使二噁英分解，气体经除尘、过滤、碱洗和活性炭吸附后排空。其排放气体和残渣均无 TCDD 检出（其检出限分别为 0.55 ng/m³ 和 0.11 μg/kg）。

(9) 固体废弃物的定义、分类，城市垃圾的处置方法。

3 / 讨 (土, 22)

定义

固体废弃物一般定义为人类活动中因为无用或者不需要而排出的固态物料（质）。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》在第六章附则的第八十八条第一款中定义固体废弃物为：在

生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

分类

可以分为农业固体废弃物、工矿业固体废弃物、城市生活垃圾等。

- 农业固体废弃物：农林牧副渔各项活动中丢弃的固体废弃物，主要是作物秸秆、树枝、树叶、动物尸体、家畜粪便等。近年来，农用地膜的废弃也成了农业固体废弃物的一大来源。
- 工、矿业固体废弃物：指工、矿业在开采、选矿、加工、生产过程中丢弃的废弃物或副产物，如煤矸石、金属矿渣、钢渣、粉煤灰、电石渣以及污水处理厂产生的污泥等。
- 城市生活垃圾：主要包括家庭生活生产的固体废弃物，如厨房垃圾、煤渣、食品包装物等。

处置方法

固体废弃物的处理通常是指物理、化学、生物、物化及生化方法把固体废物转化为适于运输、贮存、利用或处置的过程，固体废物处理的目标是无害化、减量化、资源化。主要包括卫生填埋、堆肥技术、焚烧技术。

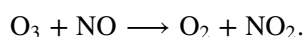
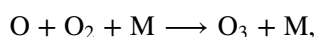
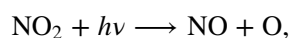
- 卫生填埋：指采取防渗、铺平、压实、覆盖对城市生活垃圾进行处理和对气体、渗沥液、蝇虫等进行治理的垃圾处理方法。
- 堆肥技术：利用生物对垃圾中的有机物进行发酵、降解，使之成为稳定的有机质，并利用发酵过程产生的温度杀死有害微生物以达到无害化卫生标准的垃圾处理技术。是一种生活垃圾资源化利用的方法。主要原料是生活垃圾与粪便的混合物。
- 焚烧技术：利用焚烧炉及其附属设备，使垃圾在焚烧炉内经过高温分解和深度氧化的综合处理过程，达到大量消减固体量的目的，并将垃圾焚烧产生的热量进行回收利用的垃圾处理技术。也是一种生活垃圾资源化利用的方法。焚烧处理是目前垃圾处理技术中，消减固体量最大的一种技术方法，其消减量可达95%以上。焚烧技术的优点是：可迅速地、大幅度地减少可热解性（包括可燃性）物质的容积；彻底消除有害细菌和病毒；破坏毒性有机物；能够回收热能。

(10) CO、CH₃CHO、NO_x 对流层臭氧的生成机制，CO、CH₃CHO 的作用。

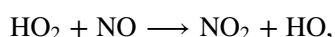
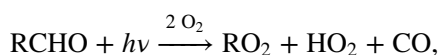
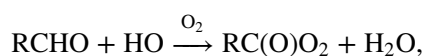
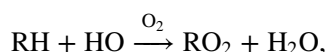
2

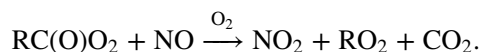
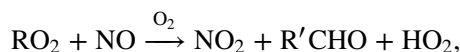
生成机制

引发反应:

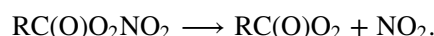
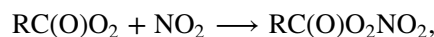
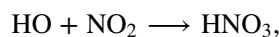


自由基传递反应:



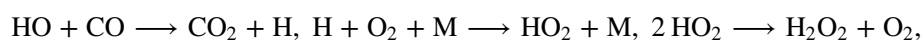


终止反应:

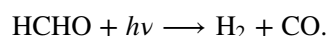


作用

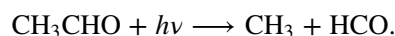
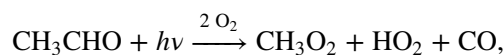
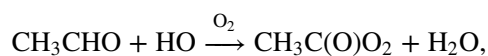
CO 的作用未知, 可能是如下反应:



即 CO 可消耗 OH 自由基, 并将简单自由基转化为过氧自由基。此外, 醛的光离解产生 CO:



CH₃CHO 的作用是在自由基传递反应中与 OH 自由基反应生成乙酰基、过氧甲基, 此外 CH₃CHO 光解产生 HO₂、甲基:



(11) 土壤的形成过程。

1 / 讨 (±, 1)

土壤的平均厚度约 2 m, 是具有肥力的疏松层, 经由岩石、水等在长期的气候因素下形成, 包括母质的形成和在母质基础上形成土壤两个阶段。

地层内部的岩石经受高温、高压作用, 但化学上是相对稳定的。一旦暴露在地表面, 压力降低, 温度有很大变动, 且与丰富的水和空气接触, 发生风化作用, 从而在新的条件下, 达成了新的稳定状态。

相似地, 生物体排泄物和死后残骸中的各种有机组分也受到了类似作用。

这两种过程的组合以及各种无机、有机产物长期的相互作用结果, 造就了土壤系统。

土壤的形成过程是地壳表面的岩石风化物及其搬运的沉积体, 在成土因素的作用下, 形成具有一定剖面形态和肥力特征的土壤。因此土壤的形成过程可以看作是成土因素的函数。在一定的环境条件下, 土壤形成过程中有其特定的基本物理化学作用和生物化学作用, 它们的组合使普遍存在的基本成土作用具有特殊的表现, 因而构成了各种特征性的成土过程。

基本的成土过程包括: 原始成土过程、有机质积聚过程、淋溶-淀积过程、黏化过程、钙积与脱钙过程、盐化与脱盐过程、碱化与脱碱过程、富铝化过程、灰化、隐灰化和漂灰化过程、潜育化和潜育化过程、白浆化过

程、熟化过程、退化过程。

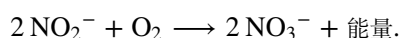
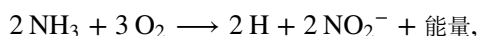
(12) 氮的微生物转化。

1 / 讨 (±, 27)

氮是构成生物机体的必需元素。氮在环境中的主要形态有三种。第一种，空气中的分子氮。第二种，生物体内的蛋白质、核酸等有机氮化合物，以及生物残体变成的各种有机氮化合物。第三种，铵盐、硝酸盐等无机氮化合物。这三种氮形态在自然界中通过生物作用，尤其是微生物作用不断地相互转化。其中，主要的转化是同化、氮化、硝化、反硝化和固氮。

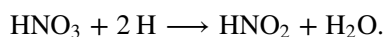
绿色植物和微生物吸收硝态氮和铵态氮，组成机体中蛋白质、核酸等含氮有机物质的过程称为同化。反之，所有生物残体中的有机氮化合物，经微生物分解成氨态氮的过程则称为氨化。

氮在有氧条件下通过微生物作用，氧化成硝酸盐的过程称为硝化。硝化分两个阶段进行，即：

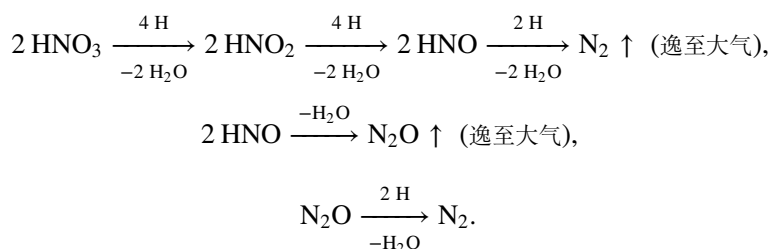


硝酸盐在通气不良条件下，通过微生物作用而还原的过程称为反硝化。反硝化通常有三种情形：

第一种情形，包括细菌、真菌和放线菌在内的多种微生物，能将硝酸盐还原为亚硝酸。

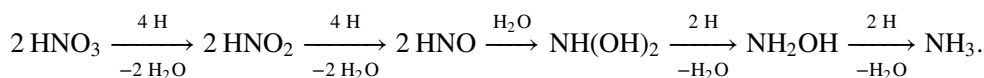


第二种情形，兼性厌氧假单胞菌属、色杆菌属等能使硝酸盐还原成氮气，其基本过程是：



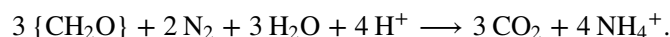
这些菌分布较广，在土壤、污水、厩肥中都存在。

第三种情形，梭状芽胞杆菌等常将硝酸盐还原成亚硝酸盐和氨，其基本过程为：



但是所形成的氨，被菌体进而合成自身的氨基酸等含氮物质。

通过微生物的作用把分子氮转化为氨的过程称为固氮。此时，氨不释放到环境中，而是继续在机体内进行转化，合成氨基酸，组成自身蛋白质等。固氮必须在固氮酶催化下进行，其总反应可表示为：



(13) 放射防护的手段有哪些。

1

防止或减少放射源发出的射线对人体的伤害，主要有以下三种防护手段：

- 距离防护：距离放射源越远，接触的射线就越少，受到的伤害也越小。
- 屏蔽防护：选取适当的屏蔽材料（如混凝土、铁或铅等）做成屏蔽体遮挡放射源发出的射线
- 时间防护：尽可能减少与放射源的接触时间。在实际工作中，通常将上述三种防护手段组合应用。

(14) 水体中腐殖质为何对重金属离子有吸附作用。

1 / 讨 (水, 12)

腐殖质与金属离子生成配合物是它们最重要的环境性质之一，金属离子能在腐殖质中的羧基及羟基间螯合成键，或者在两个羧基间螯合，或者与一个羧基形成配合物。

许多研究表明，重金属在天然水体中主要以腐殖酸的配合物形式存在。Maston 等指出 Cd、Pb、Cu 在美洲的大湖水中不存在游离离子，而是以腐殖酸配合物形式存在。重金属与水体中腐殖酸形成的配合物稳定性，因水体腐殖酸来源和组分不同而有差别。Hg 和 Cu 有较强的配合能力，在淡水中有大于 90% 的 Cu、Hg 与腐殖酸配合，这点对考虑重金属的水体污染具有很重要的意义。特别是 Hg，许多阳离子都不能置换 Hg。水体的 pH、 E_h 等都影响腐殖酸和重金属配合作用的稳定性。

腐殖酸与金属配合作用对重金属在环境中的迁移转化有重要影响，特别表现在颗粒物吸附和难溶化合物溶解度方面。腐殖酸本身的吸附能力很强，这种吸附能力甚至不受其他配合作用的影响。

腐殖酸对水体中重金属的配合作用还将影响重金属对水生生物的毒性。在对藻类生长的实验中，腐殖酸可减弱汞对浮游植物的抑制作用，对浮游动物的效应同样是减轻了毒性。

(15) 平流层卤代烃的主要类型，以 CFC-11 为例说明卤代烃在平流层的反应机制和环境影响。

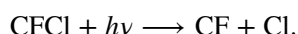
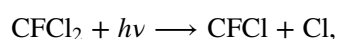
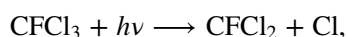
1

主要类型

CH_3Cl 、 CH_3Br 、 CH_3I 、 CHCl_3 、 $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_3$ 、 CCl_4 、CFC-11 (CFCl_3)、CFC-12 (CF_2Cl_2)、CFC-113 ($\text{CFCl}_2\text{CF}_2\text{Cl}$)、CFC-114 ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{Cl}$)、CFC-115 ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{Cl}$)、Halon-1301 (CF_3Br)、Halon-1211 (CF_2ClBr)、Halon-2402 ($\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$) 等。

命名方式：氟氯烃字头缩写 CFC，其后代码为 C 数-1、H 数+1、F 数，即 CFC-(C-1)(H+1)(F)。含溴氟氯烃称为 Halon，其后代码为 C 数、F 数、Cl 数、Br 数、I 数，即 Halon-(C)(F)(Cl)(Br)(I)。

反应机制



环境影响

破坏平流层 O_3 ，引起对流层气候变化，引发全球性气候问题。

(16) 什么是表面活性剂，有哪些类型。

1

定义

表面活性剂是一种能大大降低溶剂（通常为水）表面张力（或液-液界面张力），改变体系的表面状态从而产生润湿和反润湿、乳化和破乳、分散和凝聚、起泡和消泡以及增溶等一系列作用的化学物质。表面活性剂所具有的这些特殊作用，称为表面活性。

表面活性剂是既具有亲水性质又具有亲油性质的两亲性分子，在溶液的表面能定向排列，加入少量能使其溶液体系的界面状态发生明显变化。亲水基团常为极性基团，如羧酸、磺酸、硫酸、氨基或胺基及其盐，羟基、酰胺基、醚键等也可作为极性亲水基团；而疏水基团常为非极性烃链，如 8 个碳原子以上烃链。

类型

表面活性剂分为离子型表面活性剂（包括阳离子表面活性剂与阴离子表面活性剂）、非离子型表面活性剂、两性表面活性剂、复配表面活性剂、其他表面活性剂等。

参考文献

- [1] 庄晓虹. 室内空气污染分析及典型污染物的释放规律研究 [D]. 东北大学, 2010.
- [2] 齐孟文, 刘凤娟. 城市水体富营养化的生态危害及其防治措施 [J]. 环境科学动态, 2004, (01): 44-6.

后记

对于环化来说，面向往年题的期末复习法似乎是非常有用的。从 2019 年秋季学期的期末考试成绩来看，8 道题目里面有 5.75 道（其中名词解释 8 个词有 6 个词，记作 0.75）都是往年题的原题。但是，除了往年题之外，有些在小测中出现过的题目或是讨论题中出现过的题目也可能成为考试题，因此仅靠往年题大概是不够的。

比较奇怪的是，今年的题目和上一年的题目重合度并不高，不知是不是老师发现了我们发现了他的出题规律，故意改了几道题——虽然改完之后还是有很多和往年题重复。今年的计算题甚至没有考朗缪尔方程，而是考了“一个关于氨的简单计算”。

另外，不知道是不是在和我开玩笑，我考试前特意把“表面活性剂”删掉了，理由是我以为这个词是很久以前的授课内容——结果今年就考到了。我凭借仅有的一点印象写了上去。所以说，每一年的往年题都有很大用处，还是不能删。

祝大家考试顺利。

张祥伟

2020 年 1 月 7 日于燕园

